

H 4 サービス品質を制御可能なマルチメディア通信システム

柳沢 宏史[†]角山 正博^{††}今井 博英^{†††}石井 郁夫^{†††}[†]新潟工科大学大学院工学研究科^{††}新潟工科大学^{†††}新潟工科大学大学院自然科学研究科

1. はじめに

遠隔会議や教育システム等では、音声だけではなく手や物あるいは唇の動きによるコミュニケーションが必要になる。このような要求を満たすために、音声データや動画単独のサービス品質を制御するシステムがいくつか提案されているが、音声と画像データ両者のサービス品質を組み合わせた制御が可能なシステムの実現が望まれている。

本研究では、音声データと画像データの両者に対して、差別化されたサービス品質を提供するための方式を提案する。本方式は、通常は音声データのサービス品質を重視した通信処理を行うことによって、ユーザ間の会話によるコミュニケーションの品質を維持するが、目的に応じて画像データのサービス品質を重視した通信処理に切り替えることができる。これによって、手や物の動きによるコミュニケーションの品質を維持することが出来、ユーザの使用目的に応じて優先度を変更し、通信ネットワークのトラフィック状況に応じたサービス品質を考慮した制御が可能になる。

2. 提案する方式

時間制約が厳しい音声や動画データは、ジッタ、パケット欠落による再送などにより、各メディアのデータ到着間隔が一定でなくなるために、時間関係が乱され品質が低下する。これに対処するためには、メディアデータを受け取るホストでメディア同期制御を行い、時間関係を回復する必要がある。メディア同期制御のために幾つかの方法が提案されておりこの一つに RVTR[1]がある。本方式は、RVTRで用いられている方法を基礎として、新たに再送制御を組み込み、更にユーザの使用目的に応じてサービス品質を制御することができるようにしている。

2-1. メディア内同期

メディア内同期とは、ジッタによって乱されたメディアデータの出力間隔をキャプチャリング間隔に近づける処理である。図1では、キャプチャされたメディアデータMU1の複数のパケットが送信されて、受信側に到着し(最初に受信側に到着したパケットの時刻を□で表す)、全てのパケットが揃ったら(この時刻を○で表す)MU1の出力を行っている。次に、MU2の最初のパケットが受信側に到着した時点で、MU1の出力時刻にMU1とMU2のキャプチャリング間隔 CI_MU1 を加えた時刻をMU2の仮想出力時刻に設定する。MU2が送信されてから受信側で全て揃うまでの時間がMU1のそれより早く、MU2の出力時刻になっていないため、MU2の仮想出力時刻になるまで出力を待つ。このように、受信側にキャプチャリング間隔と同じ間隔で仮想出力時刻を設定することによって、お互いの時間関係を保つことができる。

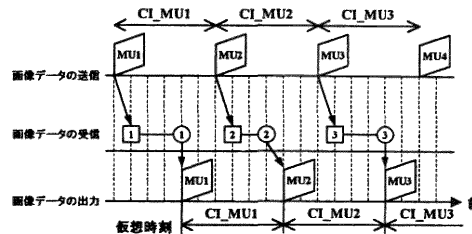


図1 メディア内同期

2-2. メディア間同期

メディア間同期とは、例えば会議システムにおいて、メディアデータの出力先で音声と唇の動きを同期(リップシンク)させるものであり、音声と画像データ間で出力の時間関係を維持する処理である。メディア間にはマスターとスレーブの関係が存在し、マスターメディアの出力に対してスレーブメディアを同期させる。本方式は、マスターとスレーブの関係を切り替えることによって、音声データのサービス品質を重視した制御と、画像データのサービス品質を重視した制御を切り替えられるようになっている。図2に音声データのサービス品質を重視したメディア間同期制御を示す。図の上側がマスターメディアである音声データの通信処理の流れ、下側がスレーブメディアである画像データの通信処理の流れを表している。マスターメディアは、図1と同様にメディア内同期処理を行い仮想時刻を設定する。この仮想時刻にマスターメディアを同期させて出力することにより、メディア間のキャプチャ時刻と出力時刻の時間関係を維持することができる。

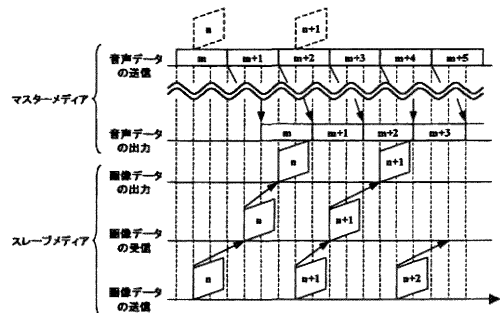


図2 音声重視のメディア間同期

2-3. 再送制御

再送制御の処理の流れを図3に示す。まず再送処理を行う再送判定時刻の決定方法について説明する。最初に全てのデータが揃ったMU1の時刻に α (キャプチャリング間隔の初期設定値 $\times 1.1 +$ 伝送遅延の最大値)を加えた時刻をMU2の再送判定時刻とする。以後の再送判定時刻の

決定には、メディアデータ送信側から送られてきたキャプチャリング間隔の平均値を用いて再送判定時刻を決定する。次に再送制御の方法について説明する。MU2 の再送判定時刻において、MU2 のデータが全て揃っているか確認する。この時点ではMU2 が揃っていないため(○が無い)、再送を行うか行わないかを判定する。伝送遅延の平均値から再送に要する時間を推定し、MU2 を出力する仮想時刻中に間に合う場合は再送を行い、間に合わない場合は再送を行わない。MU2 は再送が間に合わない判定されたため再送は行われず、現在の仮想時刻に σ を加えた新たな仮想時刻が設定される。この様に仮想時刻を伸張することによって、以降の再送処理が間に合うようになる。MU4 の再送判定時刻では、MU4 の再送が MU4 を出力する仮想時刻中に間に合うと判定されたため再送処理を行っている。

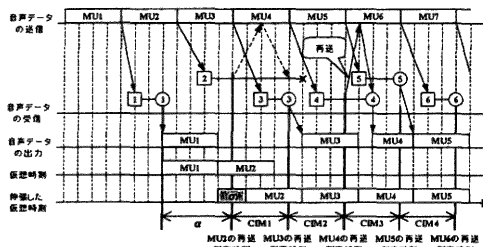


図3 再送制御

2-4. レート制御

方法としては、パケット欠落に応じて送信レートを制御できるようにしている。画像のフレームレートと音声のサンプリングレートの値を組み合わせ、送信レベルを5段階に分けてレート制御を行う。この時、音声データのサービス品質を重視した制御におけるレート制御では、フレームレートが大きく変化するように設定されており、画像データのサービス品質を重視した制御ではフレームレートの変化を少なくし、サンプリングレートは最低値に設定されている。

3. 評価

メディア同期品質を評価するために、出力間隔の変動係数とメディア間同期平均二乗誤差を用いる。ここで出力間隔の変動係数とは、MU の出力間隔の標準偏差を MU の出力間隔の平均値で割った値をいう。この値が小さいほど画像データは滑らかに出力され、音声データは途切れや割り込みがなく再生されていることになる。メディア間同期平均二乗誤差は、マスターメディアの MU 出力時刻と、それに対応するスレーブメディアの MU 出力時刻との差から、それぞれのタイムスタンプの差を引いた値の二乗平均である。実験は、本学研究室のネットワークにおいて、本システムによるデータ伝送を2台のPC間で実行し、別の2台のPC間で負荷データの送信量を変動させた時のメディア同期品質を測定した。また、本システムと比較を行うために、制御を行わないシステム(メディアデータが全て揃った時点で出力)についても実験を行った。

図4では、音声データのサービス品質を重視した制御と画像データのサービス品質を重視した制御とも、メディア内同期の品質が高いことわかる。また、画像データのサービス品質を重視した制御の品質が低下している。これは差別化されたレート制御によるもので、画像データのサービス品質を重視した制御では、フレームレートの減少が少なくなるようにしてあるためである。図5では、両者とも同期が良好とされる $\pm 80\text{ms}$ ($=6400\text{ms}^2$)[2]より小さいことがわかる。ここでも、前述と同じ理由で画像データのサービス品質を重視した制御で品質が低下している。

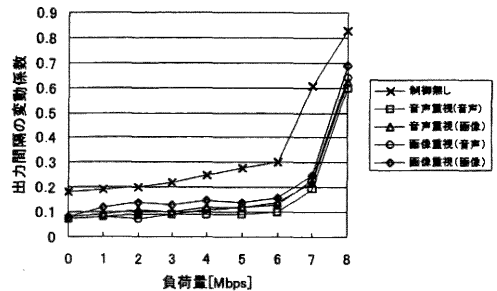


図4 出力間隔の変動係数

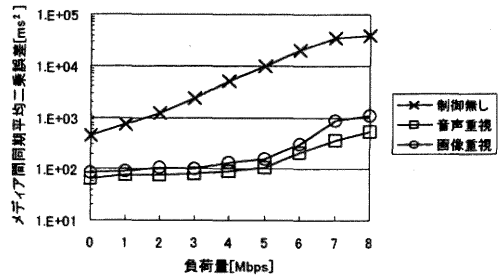


図5 メディア間同期平均二乗誤差

4. まとめ

本研究では、音声と画像データ両者のサービス品質を制御可能なシステムとして、音声データのサービス品質を重視した制御と画像データのサービス品質を重視した制御を組み合わせた方式を提案し、その評価を行った。その結果、制御を行わないシステムより良好なメディア同期品質を維持できることを確認した。

参考文献

- [1] 布目 敏郎, 田坂 修二, 石橋 豊, “インターネットにおける連続メディア再送制御方式 RVTR の性能測定”, 信学技報, CQ99-56, Dec.1999.
- [2] R.Steinmetz, “Human perception of jitter and media synchronization,” *IEEE J. Sel. Areas in Commun.*, vol.14,no.1,pp.61-72,Jan.1996.